(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023 년 5 월 4 일 (04.05.2023)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2023/075055 A1

(51) 국제특허분류:
A61B 8/08 (2006.01) *G16H 50/20* (2018.01)
A61B 8/00 (2006.01) *G06T 7/11* (2017.01)
G16H 30/40 (2018.01) *G06T 7/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/007654

(22) 국제출원일: 2022 년 5 월 30 일 (30.05.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2021-0143665 2021 년 10 월 26 일 (26.10.2021) KR

(71) 출원인: 이화여자대학교 산학협력단 (**EWHA UNIVERSITY-INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION**) [KR/KR]; 03760 서울특별시 서대문구 이화여대길 52, Seoul (KR).

(72) 발명자: **박수현 (PARK, Suhyun)**; 13835 경기도 과천시 별양로 12, 321동 1101호, Gyeonggi-do (KR). **서강원 (SEO, Kang Won)**; 07390 서울특별시 영등포구 신풍로 77, 101동 1804호, Seoul (KR). **서정웅 (SEO, Jeong Wung)**; 03721 서울특별시 서대문구 봉원사길 41-5, 201호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인(유한)아이시스 (**ISIS IP LAW LLC**); 06162 서울특별시 강남구 선릉로94길 14, 12층, Seoul (KR).

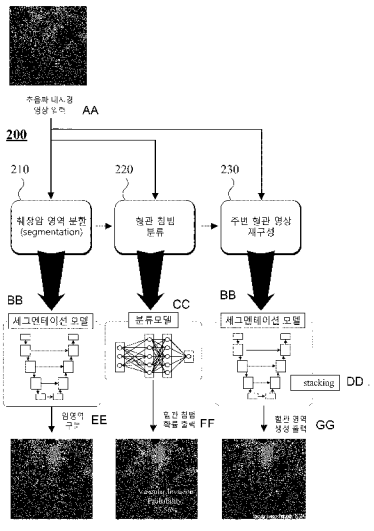
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

WO 2023/075055 A1

(54) **Title:** DEEP LEARNING-BASED PANCREATIC CANCER VASCULAR INVASION CLASSIFICATION METHOD AND ANALYSIS DEVICE USING ENDOSCOPIC ULTRASOUND IMAGE

(54) **발명의 명칭:** 초음파 내시경 영상을 이용한 딥러닝 기반 췌장암의 혈관 침범 분류 방법 및 분석장치



210 ... Segment pancreatic cancer region (segmentation)
220 ... Classify vascular invasion
230 ... Reconstruct peripheral blood vessel image
AA ... Input endoscopic ultrasound image
BB ... Segmentation model
CC ... Classification model
DD ... stacking
EE ... Separate out cancer region
FF ... Output blood vessel invasion probability
GG ... Generate and output blood vessel

(57) **Abstract:** The deep learning-based pancreatic cancer vascular invasion classification method using an endoscopic ultrasound image comprises steps in which an analysis device: receives a pancreatic endoscopic ultrasound image of a subject; inputs the pancreatic endoscopic ultrasound image in a first segmentation model so as to separate out a pancreatic cancer region; inputs the pancreatic endoscopic ultrasound image in a classification model so as to determine whether the pancreatic cancer has invaded blood vessels; and inputs the pancreatic endoscopic ultrasound image in a second segmentation model so as to separate out a blood vessel region located in the vicinity of the pancreatic cancer region.

(57) **요약서:** 초음파 내시경 영상을 이용한 딥러닝 기반 췌장암의 혈관 침범 분류 방법은 분석장치가 대상자의 췌장 초음파 내시경 영상을 입력받는 단계, 상기 분석장치가 상기 췌장 초음파 내시경 영상을 제1 세그멘테이션 모델에 입력하여 췌장암 영역을 구분하는 단계, 상기 분석장치가 상기 췌장 초음파 내시경 영상을 분류 모델에 입력하여 췌장암의 혈관 침범 여부를 판단하는 단계 및 상기 분석장치가 상기 췌장 초음파 내시경 영상을 제2 세그멘테이션 모델에 입력하여 상기 췌장암 영역의 주변에 위치한 혈관 영역을 구분하는 단계를 포함한다.

[다음 쪽 계속]

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

규칙 4.17에 의한 선언서:

— 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 초음파 내시경 영상을 이용한 딥러닝 기반 췌장암의 혈관 침범 분류 방법 및 분석장치

기술분야

[1] 이하 설명하는 기술은 췌장 초음파 내시경 영상을 이용하여 췌장암의 혈관 침범에 대한 정보를 산출하는 기법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 췌장암은 예후가 매우 좋지 않은 대표적인 종양이다. 췌장암 진단시 수술적 치료가 가능한 경우는 20% 미만이며, 수술 시행 후 5년 생존율도 25% 미만으로 전체 췌장암 환자 5년 생존율은 5% 정도로 보고된다. 현재 췌장암 완치가 가능한 방법은 침습적 수술 절제술이 유일하다. 한편, 복강 내 주요 혈관(상장간막동맥, 문맥)이 침범되었을 경우 종양 크기가 작다고 하더라도 수술적 절제가 불가능하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[3] 초음파 내시경(endoscopic ultrasonography, EUS) 개발로 소화관 벽에 발생되는 상피하종양에 대한 평가가 가능하게 되었다. 그러나, EUS를 이용하여도 췌장암에서 혈관 침범은 확인하기 어렵다.

[4] 이하 설명하는 기술은 췌장 초음파 내시경 영상을 이용하여 췌장암 혈관 침범 여부를 확인하는 기법을 제공하고자 한다. 나아가, 이하 설명하는 기술은 췌장암 혈관 침범 영역을 시각적으로 제공하는 기법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

[5] 초음파 내시경 영상을 이용한 딥러닝 기반 췌장암의 혈관 침범 분류 방법은 분석장치가 대상자의 췌장 초음파 내시경 영상을 입력받는 단계, 상기 분석장치가 상기 췌장 초음파 내시경 영상을 제1 세그멘테이션 모델에 입력하여 췌장암 영역을 구분하는 단계, 상기 분석장치가 상기 췌장 초음파 내시경 영상을 분류 모델에 입력하여 췌장암의 혈관 침범 여부를 판단하는 단계 및 상기 분석장치가 상기 췌장 초음파 내시경 영상을 제2 세그멘테이션 모델에 입력하여 상기 췌장암 영역의 주변에 위치한 혈관 영역을 구분하는 단계를 포함한다.

[6] 초음파 내시경 영상을 이용하여 췌장암의 혈관 침범을 분류하는 분석 장치는 대상자의 췌장 초음파 내시경 영상을 입력받는 입력장치, 췌장 초음파 내시경 영상에서 췌장암 영역을 구분하는 제1 세그멘테이션 모델, 췌장 초음파 내시경 영상에서 췌장암의 혈관 침범 여부를 분류하는 분류 모델 및 췌장 초음파 내시경 영상에서 혈관 영상을 구분하는 제2 세그멘테이션 모델을 저장하는 저장장치 및 상기 입력된 췌장 초음파 내시경 영상을 상기 제1 세그멘테이션 모델에 입력하여 췌장암 영역을 구분하고, 상기 입력된 췌장 초음파 내시경 영상을 상기

분류 모델에 입력하여 췌장암의 혈관 침범 여부를 판단하고, 혈관 침범이 발생했다고 판단한 경우 상기 입력된 췌장 초음파 내시경 영상을 상기 제1 세그멘테이션 모델에 입력하여 상기 췌장암 영역의 주변에 위치한 혈관 영역을 구분하는 연산장치를 포함한다.

발명의 효과

[7] 이하 설명하는 기술은 딥러닝 모델로 췌장 초음파 내시경 영상을 분석하여 췌장암 환자에 대한 수술적 절제술 시행 또는 최소침습적인 다른 치료 방법에 대한 의사 결정을 가능하게 한다. 나아가, 이하 설명하는 기술은 췌장암 혈관 침범 영역에 대한 시각 정보를 제공하여 췌장암 환자에 대한 적합한 치료 방법을 찾는 데 도움을 줄 수 있다.

도면의 간단한 설명

[8] 도 1은 췌장암 혈관 침범을 분석하는 시스템에 대한 예이다.

[9] 도 2는 췌장 초음파 내시경 영상을 분석하는 학습 모델에 대한 예이다.

[10] 도 3은 혈관 영상 생성 모델의 학습 과정 및 3D 혈관 영상을 생성하는 과정에 대한 예이다.

[11] 도 4는 환자의 췌장 초음파 내시경 영상을 분석하는 과정에 대한 예이다.

[12] 도 5는 췌장암 혈관 침범을 분석하는 분석장치에 대한 예이다.

발명의 실시를 위한 형태

[13] 이하 설명하는 기술은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시례를 가질 수 있는 바, 특정 실시례들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[14] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 이하 설명하는 기술의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[15] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 설명된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계 동작 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[16] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한

구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.

[17] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[18] 이하 설명하는 기술은 췌장 초음파 내시경 영상을 기준으로 췌장암 영역 및 혈관 침범에 대한 정보를 제공하는 기법이다.

[19] EUS는 방사형 스캔(radial scan) 시스템과 선형주사(linear-array) 시스템으로 나눌 수 있다. 또한, 장기 내 관심 영역에 대한 혈관계 특징을 부각하기 위한 조영증강 EUS도 개발되었다. 이하 설명하는 기술은 췌장 영역에 대한 EUS 영상을 이용하는 것으로 장비나 영상의 종류에 제한을 두지 않는다. 따라서, 이하 초음파 내시경 영상 또는 EUS 영상은 다양한 형태의 장비 중 어느 하나 또는 다양한 영상 생성 기법 중 어느 하나를 이용하여 산출된 결과물을 포함하는 의미이다.

[20] 이하 분석장치가 기계학습모델을 이용하여 EUS 영상에서 혈관 침범을 분류한다고 설명한다. 분석 장치는 데이터 처리가 가능한 다양한 장치로 구현될 수 있다. 예컨대, 분석 장치는 PC, 네트워크상의 서버, 스마트 기기, 전용 프로그램이 임베딩된 칩셋 등으로 구현될 수 있다.

[21] 기계 학습 모델은 결정 트리, 랜덤 포레스트(random forest), KNN(K-nearest neighbor), 나이브 베이즈(Naive Bayes), SVM(support vector machine), ANN(artificial neural network) 등이 있다. 특히 이하 설명하는 기술은 ANN을 이용하여 CT 영상에서 병변을 예측할 수 있다.

[22] ANN은 생물의 신경망을 모방한 통계학적 학습 알고리즘이다. 다양한 신경망 모델이 연구되고 있다. 최근 딥러닝 신경망(deep learning network, DNN)이 주목받고 있다. DNN은 입력 계층(input layer)과 출력 계층(output layer) 사이에 여러 개의 은닉 계층(hidden layer)들로 이뤄진 인공신경망 모델이다. DNN은 일반적인 인공신경망과 마찬가지로 복잡한 비선형 관계(non-linear relationship)들을 모델링할 수 있다. DNN은 다양한 유형의 모델이 연구되었다. 예컨대, CNN(Convolutional Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network), RBM(Restricted Boltzmann Machine), DBN(Deep Belief Network), GAN(Generative Adversarial Network), RL(Relation Networks) 등이 있다.

[23] 도 1은 췌장암 혈관 침범을 분석하는 시스템(100)에 대한 예이다. 도 1에서

분석장치는 컴퓨터 단말(130) 및 서버(140)인 예를 도시하였다.

[24] EUS 장비(110)는 대상자에 대한 EUS 영상을 획득하는 장치이다. EUS 장비(110)가 생성하는 영상은 EMR(Electronic Medical Record, 120)에 저장될 수 있다.

[25] 도 1에서 사용자(A)는 컴퓨터 단말(130)을 이용하여 대상자의 영상을 이용하여 병변을 예측할 수 있다. 컴퓨터 단말(130)은 대상자의 EUS 영상을 입력받는다. 컴퓨터 단말(130)은 유선 또는 무선 네트워크를 통해 EUS 장비(110) 또는 EMR(120)로부터 EUS 영상을 입력받을 수 있다. 경우에 따라 컴퓨터 단말(130)은 EUS 장비(110)와 물리적으로 연결된 장치일 수도 있다.

[26] 컴퓨터 단말(130)은 딥러닝 모델을 이용하여 EUS 영상을 분석한다. 컴퓨터 단말(130)은 EUS 영상에서 췌장암 영역을 구분할 수 있다. 컴퓨터 단말(130)은 EUS 영상을 분석하여 췌장암 혈관 침범을 분류할 수 있다. 컴퓨터 단말(130)은 EUS 영상을 분석하여 췌장암 혈관 침범에 대한 확률을 산출할 수 있다. 나아가, 컴퓨터 단말(130)은 EUS 영상에서 췌장암 주변 혈관 영역을 재구성하여 3D 영상을 제공할 수도 있다. 사용자 A는 분석 결과 및 영상을 확인할 수 있다.

[27] 서버(140)는 EUS 장비(110) 또는 EMR(120)로부터 대상자의 EUS 영상을 수신할 수 있다.

[28] 서버(140)는 딥러닝 모델을 이용하여 EUS 영상을 분석한다. 서버(140)는 EUS 영상에서 췌장암 영역을 구분할 수 있다. 서버(140)는 EUS 영상을 분석하여 췌장암 혈관 침범을 분류할 수 있다. 서버(140)는 EUS 영상을 분석하여 췌장암 혈관 침범에 대한 확률을 산출할 수 있다. 나아가, 서버(140)는 EUS 영상에서 췌장암 주변 혈관 영역을 재구성하여 3D 영상을 제공할 수도 있다. 서버(140)는 분석 결과 및 영상은 사용자 A의 단말에 전송할 수 있다. 사용자 A는 분석 결과 및 영상을 확인할 수 있다.

[29] 컴퓨터 단말(130) 및/또는 서버(140)는 분석 결과 및 영상을 EMR(120)에 저장할 수도 있다.

[30] 도 2는 췌장 초음파 내시경 영상을 분석하는 학습 모델(200)에 대한 예이다. 도 2는 3가지 학습 모델들을 도시한다. 학습 모델들은 종양 영역 분할 모델(210), 혈관 침범 분류 모델(220) 및 혈관 영상 생성 모델(230)이다. 한편, 연구자는 2010년부터 2020년 사이의 췌장암 EUS 검사를 실행한 152명의 환자의 영상 데이터를 활용하여 아래 학습 모델을 구축하였다.

[31] 종양 영역 분할 모델(210)은 췌장 EUS 영상에서 췌장암 영역을 분할하는 모델이다. 종양 영역 분할 모델(210)은 딥러닝 모델 중 영상에서 특정 객체를 구분(분할)하는 시멘틱 세그멘테이션(semantic segmentation) 모델일 수 있다.

[32] 시멘틱 세그멘테이션 모델은 대표적으로 FCN (fully convolutional network) 과 인코더-디코더 구조를 기반으로 한 U-net 등이 있다. 도 2는 U-net 기반의 세그멘테이션 모델을 예로 도시하였다. U-net은 영상에서 컨텍스트 정보를 얻기 위한 네트워크와 영역화(localization)를 위한 네트워크가 대칭적 구조를 갖는다.

[33] 통상적으로 U-net은 마지막 계층을 제외한 나머지 계층들은 각각 ReLU 활성화 함수를 갖는 컨볼루션 계층 및 맥스 풀링 계층을 갖는다. 마지막 계층은 컨볼루션 계층만을 갖는다. 좌측 네트워크는 계층 이동시 다운샘플링이 수행되고, 우측 네트워크는 계층 이동시 업 샘플링이 수행된다.

[34] 종양 영역 분할 모델(210)은 췌장 EUS 영상을 입력받아 췌장암 영역을 구분한다. 종양 영역 분할 모델(210)은 췌장 EUS 영상에서 췌장암 영역이 다른 색으로 구분되는 영상을 출력할 수도 있다.

[35] 종양 영역 분할 모델(210)은 학습 데이터를 이용하여 사전에 학습되어야 한다. 연구자는 컴퓨터 장치를 이용하여 췌장 EUS 영상에 대한 전처리 및 라벨 데이터를 생성하였다. 연구자는 학습 데이터 각각에 대하여 원본 췌장 EUS 영상에서 초음파 내시경 영역만을 자르고, 췌장암에 해당하는 영역을 마스킹(masking)하여 라벨 데이터를 생성하였다.

[36] 일반적으로 의료 영상은 대량의 영상 확보가 어렵기 때문에 학습 데이터 증강(data augmentation)을 수행하기도 한다. 연구자도 학습 데이터 증강을 위하여 전처리된 영상을 일정하게 회전(rotation 및/또는 flip)하여 학습 데이터의 양을 증가시키는 작업을 하였다.

[37] 혈관 침범 분류 모델(220)은 췌장 EUS 영상을 입력받아 췌장암이 주변 혈관을 침범하였는지 분류한다. 혈관 침범 분류 모델(220)은 입력 영상의 특징을 추출하여 혈관 침범에 대한 확률값을 산출하는 모델이다. 혈관 침범 분류 모델(220)은 CNN과 같은 모델로 구현될 수 있다. 예컨대, 혈관 침범 분류 모델(220)은 입력 영상의 특징을 추출하는 다수의 컨볼루션 계층들 및 컨볼루션 계층들이 출력하는 특징값을 입력받아 혈관 침범에 대한 확률값을 산출하는 전연결 계층을 포함할 수 있다. 전연결 계층은 소프트맥스 활성 함수를 사용할 수 있다.

[38] 혈관 침범 분류 모델(220)은 학습 데이터를 이용하여 사전에 학습되어야 한다. 학습 데이터는 췌장 EUS 영상과 해당 영상의 혈관 침범 정보를 포함한다. 혈관 침범 정보는 해당 환자에 대한 임상적 판단에 해당한다. 한편, 학습 데이터는 전술한 바와 같이 일정하게 전처리 될 수 있고, 데이터 증강되어 마련될 수 있다. 나아가, 전이 학습(transfer learning)을 사용하여 다른 종류의 영상을 이용하여 모델을 초기 학습한 후 췌장 EUS 영상들을 이용하여 혈관 침범 분류 모델(220)을 구축할 수도 있다.

[39] 학습된 혈관 침범 분류 모델(220)은 입력되는 췌장 EUS 영상에 대하여 혈관 침범 확률값을 산출한다. 혈관 침범 분류 모델(220)이 출력하는 값은 0~1 사이의 값일 수 있다. 분석장치는 혈관 침범 분류 모델(220)이 출력하는 값을 사용자에게 친숙한 확률 정보로 변환할 수 있다. 분석장치는 췌장 EUS 영상 또는 종양 영역 분할 모델(210)이 산출하는 영상에 혈관 침범에 대한 확률값을 표시할 수 있다. 도 2는 췌장암 영역이 구분된 췌장 EUS 영상에 혈관 침범 확률 75.56%를 표시한 예를 도시한다.

[40] 혈관 영상 생성 모델(230)은 입력되는 췌장 EUS 영상에서 췌장암 주변의 혈관을 재구성하여 생성한다. 혈관 영상 생성 모델(230)은 2D 영상에서 혈관 영역만을 구분할 수 있다. 또한, 혈관 영상 생성 모델(230)은 다수의 췌장 EUS 영상에서 혈관 영역을 구분하고, 구분한 영상을 적층(stacking)하여 혈관 영상을 재구성할 수도 있다. 혈관 영상 생성 모델(230)은 췌장암 영역 주변 전체의 혈관을 재구성하지 않고, 혈관 침범이 발생한 영역의 혈관만을 재구성할 수 있다.

[41] 혈관 영상 생성 모델(230)은 다양한 유형의 세그멘테이션 모델들 중 어느 하나를 이용하여 구현될 수 있다. 예컨대, 혈관 영상 생성 모델(230)은 U-net과 같은 세그멘테이션 모델로 구현될 수 있다. 연구자는 U-net 기반 세그멘테이션 모델을 이용하여 3차원 혈관 영상을 생성하였다.

[42] 한편, 혈관 영상 생성 모델(230)은 생성 모델(generative model)일 수도 있다. 예컨대, 혈관 영상 생성 모델(230)은 오코인코더(Autoencoder), VAE(Variational Autoencoder), GAN(Generative Adversarial Network) 등과 같은 모델 중 어느 하나일 수도 있다. 물론 혈관 영상 생성 모델(230)도 사전에 학습된 모델이어야 한다.

[43] 도 3은 혈관 영상 생성 모델의 학습 과정 및 3D 혈관 영상을 생성하는 과정에 대한 예이다. 도 3(A)는 혈관 영상 생성 모델(230)의 학습 과정에 대한 예이다. 학습 데이터는 전술한 것과 유사하게 원본 췌장 EUS 영상을 전처리하고 증강하여 마련될 수 있다. 연구자는 U-net 기반 세그멘테이션 모델을 구축하였다. 연구자는 원본 췌장 EUS 영상에서 초음파 내시경 영역을 분리하고, 혈관 영역을 일정하게 마스킹한 영상(라벨값)을 학습 데이터로 마련하였다. 학습 과정에서 혈관 영상 생성 모델(230)은 입력되는 췌장 EUS 영상에 대하여 혈관 영역을 구분한 영상을 생성하고, 알려진 라벨값과 비교하면서 모델의 파라미터를 갱신하는 과정을 반복한다.

[44] 도 3(B)는 3D 혈관 영상을 생성하는 예이다. 학습된 혈관 영상 생성 모델(230)은 췌장 EUS 영상을 입력받아 혈관 영역이 분할된 영상을 출력한다. 분석장치는 실제 췌장 EUS 영상에 분할된 영역을 오버레이(overlay)할 수 있다. 이 과정은 하나의 2D 프레임에 대한 처리 과정이다. EUS 장비는 내시경 끝에 장착된 고주파의 초음파 진동자를 이용하여 영상을 생성한다. 이때, 의료진은 내시경을 일정한 방향으로 이동시키면서 연속적인 EUS 영상들을 획득한다. 따라서, 췌장 EUS 영상은 일반적으로 일정 방향의 연속적인 영상들로 구성된다. 혈관 영상 생성 모델(230)은 일정 방향의 연속적인 췌장 EUS 영상들을 하나의 프레임별로 처리하면서 각 영상에 대한 혈관 영역을 분할할 수 있다. 분석장치는 연속적인 췌장 EUS 영상들과 혈관 영역이 표시된 영상을 쌓아가면서 3D 혈관 영상을 재구성할 수 있다.

[45] 도 2의 종양 영역 분할 모델(210), 혈관 침범 분류 모델(220) 및 혈관 영상 생성 모델(230)은 서로 개별적인 모델이다. 다만, 다음과 같이 하나의 모델에서 획득한

정보를 다른 모델에 전달하여 협력적으로 영상을 분석하거나 처리할 수도 있다.

[46] 먼저, 종양 영역 분할 모델(210)은 입력된 췌장 EUS 영상에서 췌장암 영역을 구분한다. 혈관 침범 분류 모델(220)은 입력된 췌장 EUS 영상에서 혈관 침범 확률을 산출한다. 혈관 침범은 췌장암 주변 영역에서 발생할 가능성이 매우 높다. 따라서, 혈관 침범 분류 모델(220)은 종양 영역 분할 모델(210)이 구분한 췌장암 영역 및 주변 영역을 중심으로 혈관이 침범하였는지 판단할 수 있다. 예컨대, 혈관 침범 분류 모델(220)은 췌장 EUS 영상 및 종양 영역 분할 모델(210)이 산출한 췌장암 영역에 대한 정보를 입력받을 수 있다. 혈관 침범 분류 모델(220)은 췌장암 영역에 대한 정보를 처리하는 어텐션(attention) 계층을 포함할 수 있다. 어텐션 계층은 췌장암 영역에 대하여 중요도를 가중하여 혈관 침범 분류 모델(220)이 췌장암 영역 내지 췌장암 영역의 주변 영역을 중심으로 혈관 침범을 분류하게 할 수 있다.

[47] 혈관 영상 생성 모델(230)은 췌장암 주변 혈관을 구분한다. 혈관 영상 생성 모델(230)은 췌장암 영역과 관련 없는 영역의 혈관을 구분할 필요가 없다. 물론, 혈관 영상 생성 모델(230)이 학습 과정에서 췌장암 주변 혈관만을 구분하도록 학습될 수 있다. 나아가, 혈관 영상 생성 모델(230)은 종양 영역 분할 모델(210) 또는 혈관 침범 분류 모델(220)로부터 췌장암 영역 및 췌장암 주변 영역에 대한 정보를 입력받아, 췌장암 주변 영역을 중심으로 혈관을 구분할 수 있다. 예컨대, 혈관 영상 생성 모델(230)은 췌장암 영역에 대한 정보를 입력받은 어텐션 계층을 포함하여 컨텍스트 추출 과정에서 췌장암 영역 및 주변 영역에 대한 정보를 중심으로 혈관 영역의 특징을 추출할 수 있다. 또한, 혈관 영상 생성 모델(230)은 혈관 침범 분류 모델(220)로부터 혈관 침범이 발생한 영상(프레임)에 대한 정보를 입력받을 수 있다. 이 경우, 혈관 영상 생성 모델(230)은 혈관 침범 확률이 높은 영상을 대상으로 혈관을 구분하여 영상을 재구성할 수 있다.

[48] 도 4는 환자의 췌장 초음파 내시경 영상을 분석하는 과정(300)에 대한 예이다. 도 2에서 설명한 학습 모델들은 사전에 구축되었다고 전제한다. 분석장치는 특정 환자에 대한 췌장 EUS 영상을 입력받는다(310).

[49] 분석장치는 입력된 원본 췌장 EUS 영상에 대하여 일정한 전처리를 할 수도 있다. 이 과정은 학습 데이터를 생성하는 과정에 대응될 수 있다.

[50] 분석장치는 세그멘테이션 모델(전술한 종양 영역 분할 모델)에 췌장 EUS 영상을 입력하여 췌장 EUS 영상에서 췌장암 영역을 분할한다(320). 종양 영역 분할 모델은 췌장암 영역이 구분된 췌장 EUS 영상을 출력할 수 있다.

[51] 분석장치는 췌장 EUS 영상을 분류 모델(전술한 혈관 침범 분류 모델)에 입력하여 혈관 침범을 분류하고, 혈관 침범의 확률값을 산출할 수 있다(330).

[52] 분석장치는 혈관 침범 분류 모델의 출력값을 기준으로 현재 췌장암 환자의 혈관 침범 발생 여부를 판단한다(340). 예컨대, 분석장치는 혈관 침범 분류 모델의 출력값이 0에 가까우면 혈관 침범으로 판단하고, 1에 가까우면 혈관 미침범으로 판단할 수 있다. 또는 분석장치는 일정한 임계값과 혈관 침범 분류

모델의 출력값을 비교하여 혈관 침범 여부를 판단할 수도 있다.

[53] 분석장치가 현재 췌장암에서 혈관 침범이 없었다고 분류한 경우(340의 NO), 분석장치는 췌장 EUS 영상에 췌장암 영역이 구분된 영상(종양 영역 분할 모델의 출력물)을 표시할 수 있다(350).

[54] 분석장치가 현재 췌장암에서 혈관 침범이 있다고 분류한 경우(340의YES), 분석장치는 췌장 EUS 영상을 다른 세그멘테이션 모델(전술한 혈관 영상 생성 모델)에 입력하여 혈관 영역을 구분한다. 분석장치는 다수의 췌장 EUS 영상에 대하여 혈관 영역을 구분하는 과정을 반복하면서 연속된 췌장 EUS 영상에 대하여 구분한 혈관 영역을 적층하여 3D 혈관 영상을 재구성할 수 있다(360).

[55] 분석장치는 췌장 EUS 영상에 췌장암 영역을 구분하고, 혈관 침범 정보(침범 확률)를 함께 화면에 출력할 수 있다(370). 또는 분석장치는 3D 영상으로 재구성한 췌장암 영역 및 췌장암 주변 혈관 영상을 화면에 출력할 수도 있다(370).

[56] 도 5는 췌장암 혈관 침범을 분석하는 분석장치(400)에 대한 예이다. 분석장치(400)는 전술한 분석장치(도 1의 130 및 140)에 해당한다. 분석장치(400)는 물리적으로 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예컨대, 분석장치(400)는 PC와 같은 컴퓨터 장치, 네트워크의 서버, 데이터 처리 전용 칩셋 등의 형태를 가질 수 있다.

[57] 분석장치(400)는 저장장치(410), 메모리(420), 연산장치(430), 인터페이스 장치(440), 통신장치(450) 및 출력장치(460)를 포함할 수 있다.

[58] 저장장치(410)는 전술한 학습 모델들을 저장할 수 있다. 학습 모델들은 종양 영역 분할 모델(210), 혈관 침범 분류 모델(220) 및 혈관 영상 생성 모델(230)을 포함한다.

[59] 저장장치(410)는 대상자의 췌장 EUS 영상을 저장할 수 있다. 이때 췌장 EUS 영상은 일정 방향으로 연속된 부위에 대한 영상들일 수도 있다.

[60] 저장장치(410)는 영상 처리를 위한 다른 프로그램 내지 코드를 저장할 수 있다. 예컨대, 저장장치(410)는 입력된 췌장 EUS 영상을 일정하게 전처리하는 프로그램을 더 저장할 수 있다.

[61] 저장장치(410)는 췌장 EUS 영상에서 췌장암 영상을 구분한 영상을 저장할 수 있다.

[62] 저장장치(410)는 췌장 EUS 영상에서 주변 혈관 영역을 재구성한 영상을 저장할 수도 있다.

[63] 메모리(420)는 분석장치(400)가 췌장 EUS 영상에서 췌장암 영역 구분, 혈관 침범 분류 및/또는 혈관 영역 재구성 과정에서 생성되는 데이터 및 정보 등을 저장할 수 있다.

[64] 인터페이스 장치(440)는 외부로부터 일정한 명령 및 데이터를 입력받는 장치이다. 인터페이스 장치(440)는 물리적으로 연결된 입력 장치 또는 외부 저장장치로부터 분석 대상의 췌장 EUS 영상을 입력받을 수 있다. 인터페이스

장치(440)는 분석 결과(영상, 텍스트 등)를 외부 객체에 전달할 수도 있다.

[65] 통신장치(450)는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 일정한 정보를 수신하고 전송하는 구성을 의미한다. 통신장치(450)는 외부 객체로부터 분석 대상의 췌장 EUS 영상을 수신할 수 있다. 또는 통신장치(450)는 분석 결과(영상, 텍스트 등)를 사용자 단말과 같은 외부 객체에 송신할 수도 있다.

[66] 인터페이스 장치(440) 및 통신장치(450)는 사용자 또는 다른 물리적 객체로부터 일정한 데이터를 주고받는 구성이므로, 포괄적으로 입출력장치라고도 명명할 수 있다. 췌장 EUS 영상을 입력받는 기능에 한정하면 인터페이스 장치(440) 및 통신장치(450)는 입력장치라고 할 수도 있다.

[67] 연산 장치(430)는 저장장치(410)에 저장된 학습 모델 내지 프로그램 코드를 이용하여 입력되는 췌장 EUS 영상을 처리할 수 있다.

[68] 먼저, 연산 장치(430)는 입력된 췌장 EUS 영상에 대한 일정한 전처리를 할 수 있다. 예컨대, 연산 장치(430)는 췌장 EUS 영상에서 초음파 내시경 영상 영역만을 절단(crop)할 수 있다. 이 과정은 모델을 학습할 때 사용한 학습 데이터를 마련하는 과정에 대응된다.

[69] 연산 장치(430)는 췌장 EUS 영상을 종양 영역 분할 모델에 입력하여 췌장암 영역이 구분된 영상을 생성한다. 나아가, 연산 장치(430)는 연속적인 췌장 EUS 영상들을 각각 종양 영역 분할 모델에 입력하여 췌장암 영역을 구분할 수 있다. 이 경우, 연산 장치(430)는 췌장암 영역이 구분된 3D 췌장 EUS 영상을 생성할 수 있다.

[70] 연산 장치(430)는 췌장 EUS 영상을 혈관 침범 분류 모델에 입력하여 혈관 침범 여부를 분류할 수 있다. 연산 장치(430)는 췌장 EUS 영상만을 혈관 침범 분류 모델에 입력하여 혈관 침범 여부를 분류할 수 있다. 또는 연산 장치(430)는 종양 영역 분할 모델이 구분한 췌장암 영역의 정보와 함께 췌장 EUS 영상을 혈관 침범 분류 모델에 입력하여 혈관 침범 여부를 분류할 수 있다. 연산 장치(430)는 혈관 침범 분류 모델이 출력하는 값을 기준으로 혈관 침범의 확률을 결정할 수 있다. 연산 장치(430)는 대상자의 췌장 EUS 영상에 혈관 침범 확률을 표시되게 할 수 있다.

[71] 연산 장치(430)는 췌장 EUS 영상을 혈관 영상 생성 모델에 입력하여 췌장암의 주변 혈관 영역을 구분할 수 있다. 이때, 연산 장치(430)는 종양 영역 분할 모델이 출력하는 췌장암 영역 정보 및 췌장 EUS 영상을 혈관 영상 생성 모델에 입력할 수 있다. 혈관 영상 생성 모델은 입력된 영상 전체를 대상으로 하지 않고, 췌장암 주변 영역 나아가 췌장암 주변 중 혈관 침범 확률이 높은 영역을 대상으로 혈관 영역을 구분할 수 있다. 예컨대, 연산 장치(430)는 연속된 췌장 EUS 영상들 중 혈관 침범 분류 모델이 혈관 침범이 발생했다고 판단한 영상을 혈관 영상 생성 모델에 입력하여 혈관 영역을 구분할 수 있다. 연산 장치(430)는 구분한 혈관 영역을 췌장 EUS 영상에 오버레이하여 혈관 영역을 표현할 수 있다. 연산 장치(430)는 일정한 방향으로 연속된 췌장 EUS 영상들을 각각 혈관 영상 생성

모델에 입력하여 췌장암의 주변 혈관 영역을 구분할 수 있다. 연산 장치(430)는 주변 혈관 영역이 구분된 다수의 췌장 EUS 영상들에서 쌓아서 3D 혈관 영상을 재구성할 수 있다.

[72] 연산 장치(430)는 데이터를 처리하고, 일정한 연산을 처리하는 프로세서, AP, 프로그램이 임베디드된 칩과 같은 장치일 수 있다.

[73] 출력장치(460)는 일정한 정보를 출력하는 장치이다. 출력장치(460)는 데이터 처리 과정에 필요한 인터페이스, 분석 결과 등을 출력할 수 있다.
출력장치(460)는 췌장 EUS 영상에서 췌장암 영역을 구분한 영상, 췌장 EUS 영상에 혈관 침범 확률값이 표시된 영상 및/또는 췌장 EUS 영상에서 혈관 영상이 구분된 영상(3D 혈관 재구성 영상)을 출력할 수 있다.

[74] 또한, 상술한 바와 같은 췌장 EUS 영상을 분석하는 방법, 혈관 침범을 분류하는 방법, 혈관 영상을 재구성하는 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수 있다. 상기 프로그램은 일시적 또는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.

[75] 비일시적 판독 가능 매체란 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM (read-only memory), PROM (programmable read only memory), EPROM(Erasable PROM, EPROM) 또는 EEPROM(Electrically EPROM) 또는 플래시 메모리 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.

[76] 일시적 판독 가능 매체는 스태틱 램(Static RAM, SRAM), 다이내믹 램(Dynamic RAM, DRAM), 싱크로너스 디램 (Synchronous DRAM, SDRAM), 2배속 SDRAM(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM), 증강형 SDRAM(Enhanced SDRAM, ESDRAM), 동기화 DRAM(Synclink DRAM, SLDRAM) 및 직접 램버스 램(Direct Rambus RAM, DRRAM) 과 같은 다양한 RAM을 의미한다.

[77] 본 실시례 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시례는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

청구범위

[청구항 1] 분석장치가 대상자의 췌장 초음파 내시경 영상을 입력받는 단계;
상기 분석장치가 상기 췌장 초음파 내시경 영상을 제1 세그멘테이션 모델에 입력하여 췌장암 영역을 구분하는 단계;
상기 분석장치가 상기 췌장 초음파 내시경 영상을 분류 모델에 입력하여 췌장암의 혈관 침범 여부를 판단하는 단계; 및
상기 분석장치가 상기 췌장 초음파 내시경 영상을 제2 세그멘테이션 모델에 입력하여 상기 췌장암 영역의 주변에 위치한 혈관 영역을 구분하는 단계를 포함하는 초음파 내시경 영상을 이용한 딥러닝 기반 췌장암의 혈관 침범 분류 방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 분석장치는 상기 분류 모델이 출력하는 값을 기준으로 혈관 침범에 대한 확률값을 결정하고, 상기 췌장 초음파 내시경 영상에 상기 확률값을 표시하는 초음파 내시경 영상을 이용한 딥러닝 기반 췌장암의 혈관 침범 분류 방법.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 췌장 초음파 내시경 영상은 연속된 다수의 췌장 초음파 내시경 영상들을 포함하고,
상기 분석장치는 상기 다수의 췌장 초음파 내시경 영상들 각각을 상기 제2 세그멘테이션 모델에 입력하여 혈관 영역을 구분하고, 상기 다수의 췌장 초음파 내시경 영상들에 혈관 영역을 표시한 영상을 적층하여 3차원 혈관 영상을 재구성하는 단계를 더 포함하는 초음파 내시경 영상을 이용한 딥러닝 기반 췌장암의 혈관 침범 분류 방법.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 분류 모델은 상기 제1 세그멘테이션 모델이 출력하는 췌장암 영역에 대한 정보를 더 입력받고, 상기 췌장암 영역 또는 상기 췌장암 영역의 주변 영역에 중요도를 부가하여 상기 혈관 침범 여부를 판단하는 초음파 내시경 영상을 이용한 딥러닝 기반 췌장암의 혈관 침범 분류 방법.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 제2 세그멘테이션 모델은
상기 제1 세그멘테이션 모델이 출력하는 췌장암 영역에 대한 정보를 더 입력받고, 상기 췌장암 영역 또는 상기 췌장암 영역의 주변 영역에 중요도를 부가하여 상기 혈관 영역을 구분하거나,
상기 분류 모델이 출력하는 값을 기준으로 혈관 침범이 발생한 영상만을 대상으로 상기 혈관 영역을 구분하는 초음파 내시경 영상을 이용한 딥러닝 기반 췌장암의 혈관 침범 분류 방법.

[청구항 6] 대상자의 췌장 초음파 내시경 영상을 입력받는 입력장치;

췌장 초음파 내시경 영상에서 췌장암 영역을 구분하는 제1 세그멘테이션 모델, 췌장 초음파 내시경 영상에서 췌장암의 혈관 침범 여부를 분류하는 분류 모델 및 췌장 초음파 내시경 영상에서 혈관 영상을 구분하는 제2 세그멘테이션 모델을 저장하는 저장장치; 및

상기 입력된 췌장 초음파 내시경 영상을 상기 제1 세그멘테이션 모델에 입력하여 췌장암 영역을 구분하고, 상기 입력된 췌장 초음파 내시경 영상을 상기 분류 모델에 입력하여 췌장암의 혈관 침범 여부를 판단하고, 혈관 침범이 발생했다고 판단한 경우 상기 입력된 췌장 초음파 내시경 영상을 상기 제1 세그멘테이션 모델에 입력하여 상기 췌장암 영역의 주변에 위치한 혈관 영역을 구분하는 연산장치를 포함하는 초음파 내시경 영상을 이용하여 췌장암의 혈관 침범을 분류하는 분석 장치.

[청구항 7] 제6항에 있어서,

상기 연산장치는 상기 분류 모델이 출력하는 값을 기준으로 혈관 침범에 대한 확률값을 결정하고,

상기 췌장암 영역이 구분된 췌장 초음파 내시경 영상에 상기 확률값을 표시하는 출력장치를 더 포함하는 초음파 내시경 영상을 이용하여 췌장암의 혈관 침범을 분류하는 분석 장치.

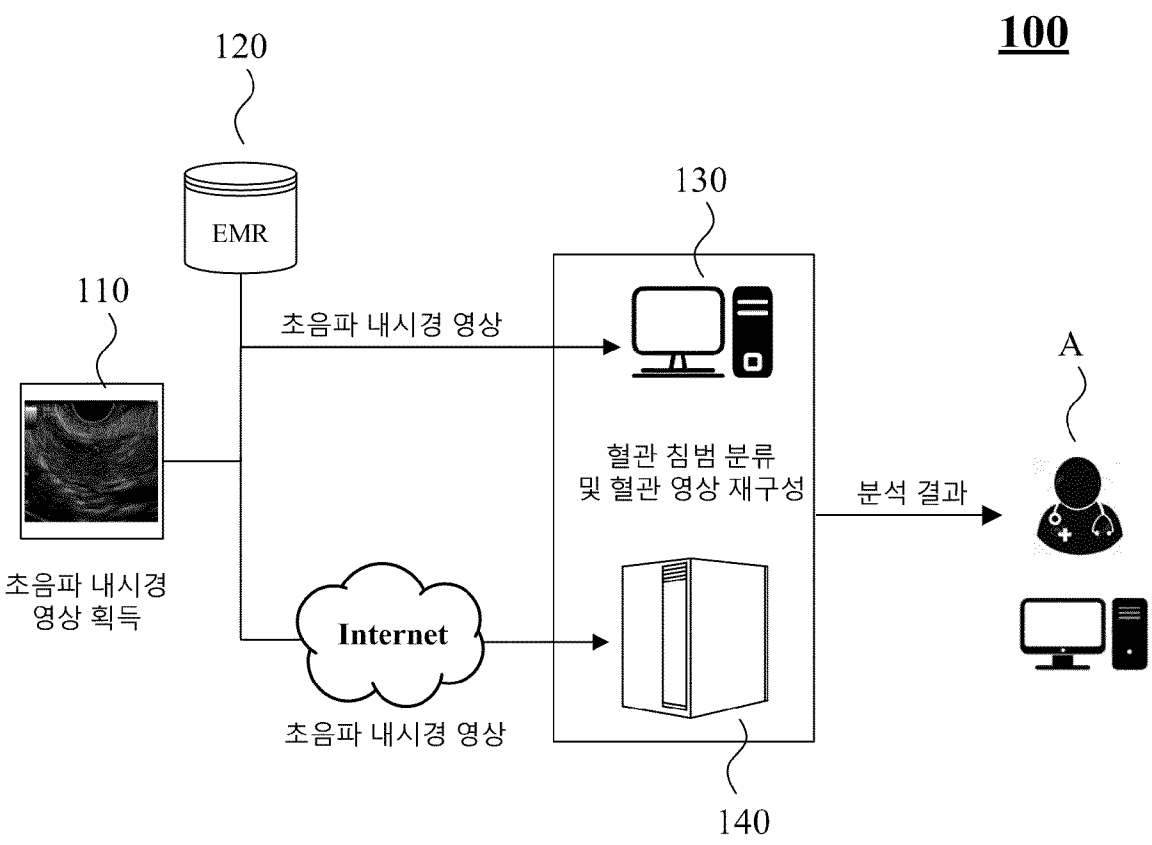
[청구항 8] 제6항에 있어서,

상기 입력된 췌장 초음파 내시경 영상은 연속된 다수의 췌장 초음파 내시경 영상들을 포함하고,

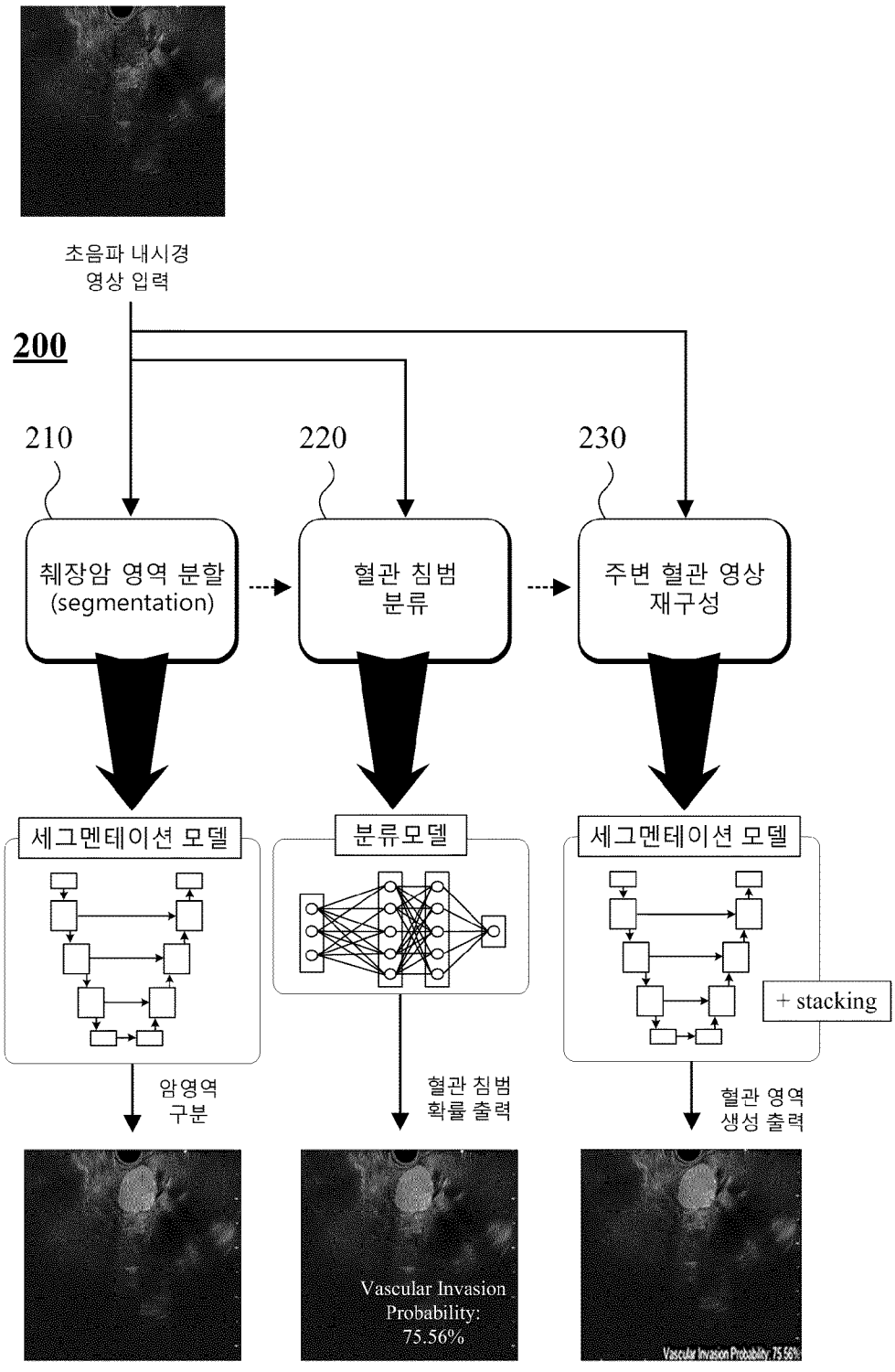
상기 연산장치는 상기 다수의 췌장 초음파 내시경 영상들 각각을 상기 제2 세그멘테이션 모델에 입력하여 혈관 영역을 구분하고, 상기 다수의 췌장 초음파 내시경 영상들에 혈관 영역을 표시한 영상을 적층하여 3차원 혈관 영상을 재구성하는 초음파 내시경 영상을 이용하여 췌장암의 혈관 침범을 분류하는 분석 장치.

WO 2023/075055 PCT/KR2022/007654

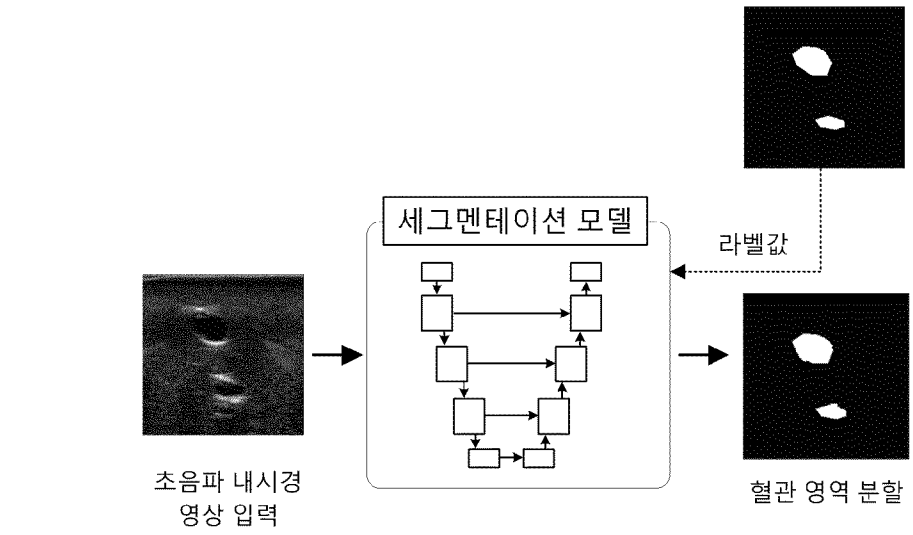
[도1]



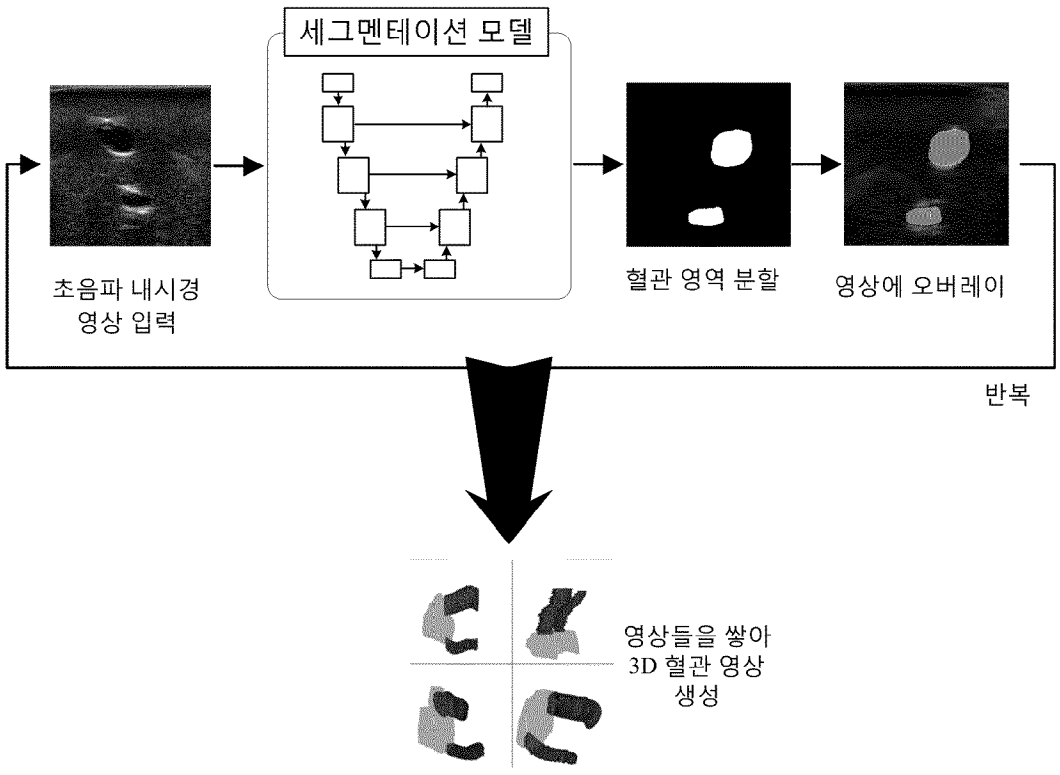
[도2]


초음파 내시경
영상 입력
200
210
220
230
췌장암 영역 분할
(segmentation)
혈관 침범
분류
주변 혈관 영상
재구성
세그멘테이션 모델
분류모델
세그멘테이션 모델
+ stacking
암영역
구분
혈관 침범
확률 출력
혈관 영역
생성 출력
Vascular Invasion
Probability:
75.56%

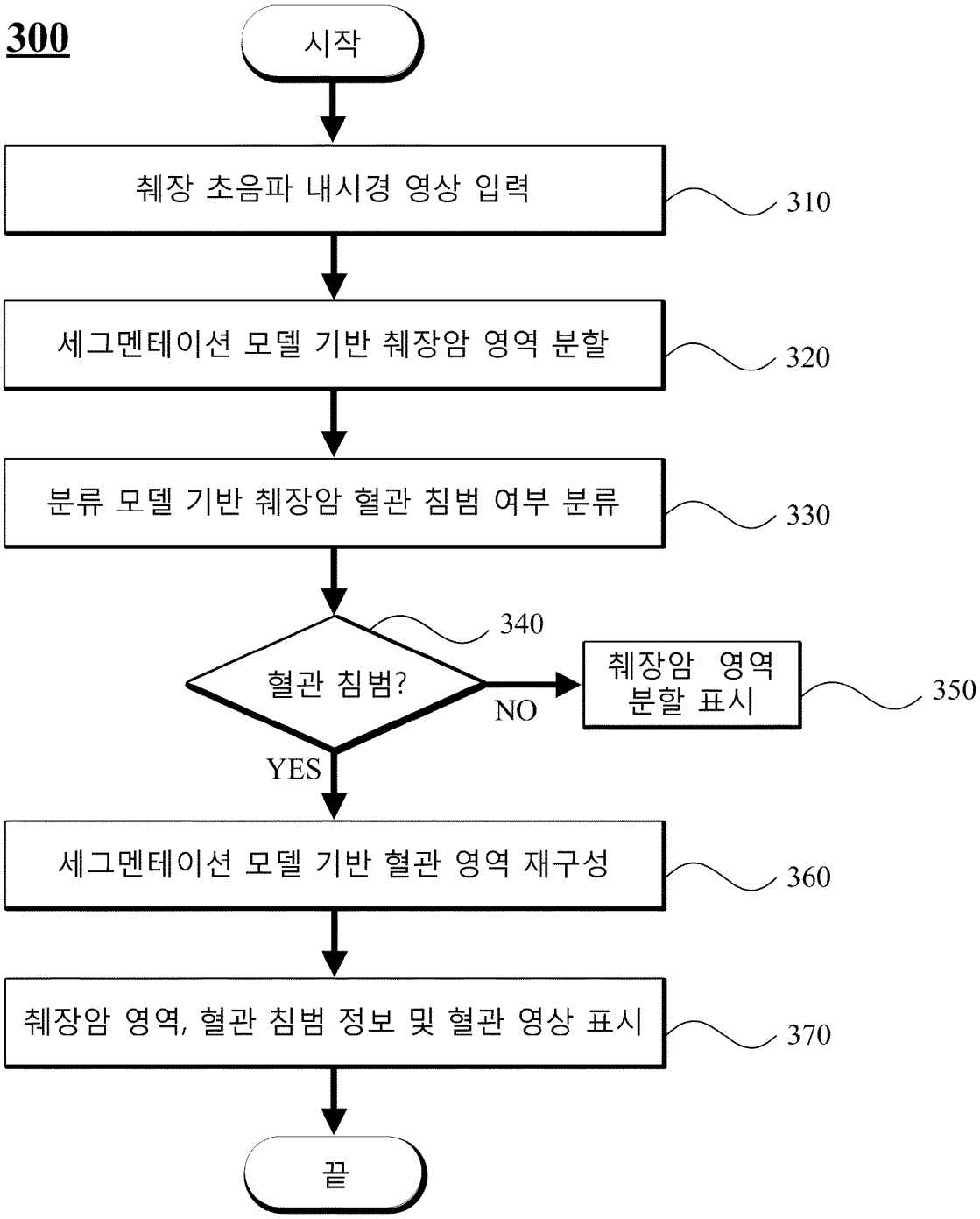
[도3]


세그멘테이션 모델
라벨값
초음파 내시경
영상 입력
혈관 영역 분할

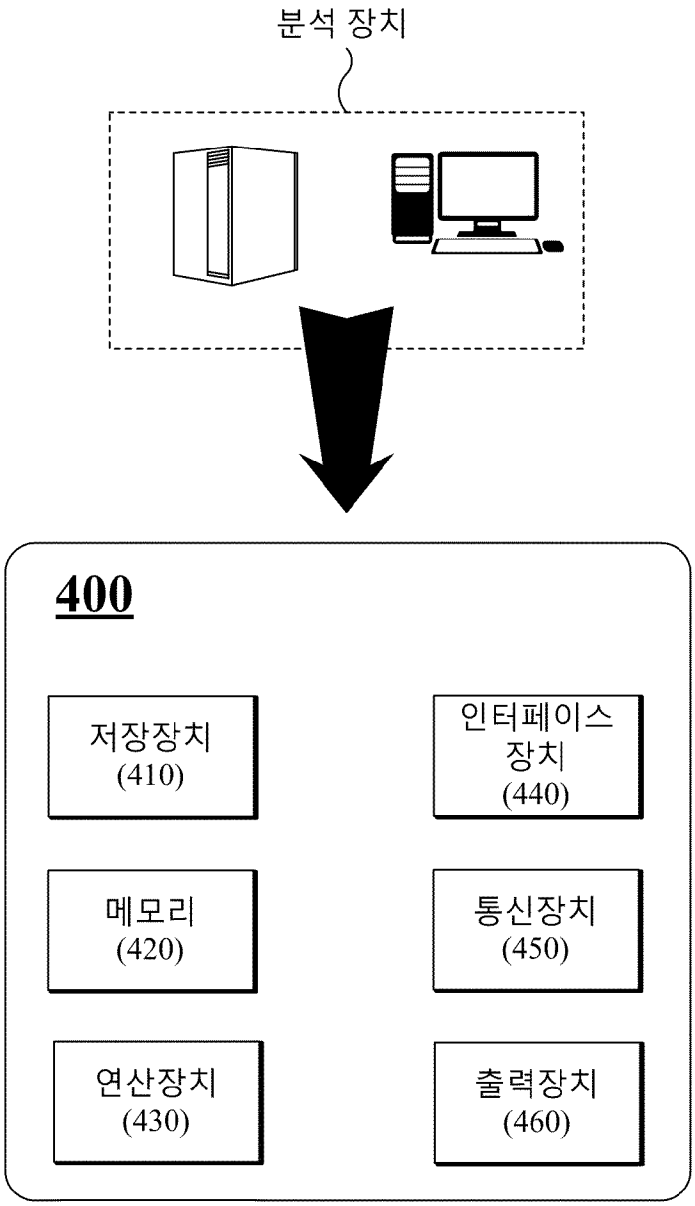
(A)


세그멘테이션 모델
초음파 내시경
영상 입력
혈관 영역 분할
영상에 오버레이
반복
영상들을 쌓아
3D 혈관 영상
생성

[도4]


300
시작
췌장 초음파 내시경 영상 입력
310
세그멘테이션 모델 기반 췌장암 영역 분할
320
분류 모델 기반 췌장암 혈관 침범 여부 분류
330
340
혈관 침범?
NO
췌장암 영역 분할 표시
350
YES
세그멘테이션 모델 기반 혈관 영역 재구성
360
췌장암 영역, 혈관 침범 정보 및 혈관 영상 표시
370
끝

[도5]


분석 장치
400
저장장치
(410)
인터페이스
장치
(440)
메모리
(420)
통신장치
(450)
연산장치
(430)
출력장치
(460)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/007654

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 8/08(2006.01)i; **A61B 8/00**(2006.01)i; **G16H 30/40**(2018.01)i; **G16H 50/20**(2018.01)i; **G06T 7/11**(2017.01)i; **G06T 7/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 8/08(2006.01); A61B 5/055(2006.01); A61B 6/03(2006.01); G16H 30/40(2018.01); G16H 40/67(2018.01); G16H 50/50(2018.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 혈관 침범 분류(vascular invasion classification), 초음파 내시경 영상(endoscopic ultrasonography image), 세그멘테이션 모델(segmentation model), 분류 모델(classification model), 췌장암 영역(pancreatic cancer region), 혈관 영역(vascular region), 확률값(probability), 중요도(importance), 적층(overlay)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FUJII, Y. et al. Diagnostic ability of convex-arrayed endoscopic ultrasonography for major vascular invasion in pancreatic cancer. Clinical Endoscopy. 2019, vol. 52, pp. 479-485. See INTRODUCTION; MATERIALS AND METHODS and RESULTS; and Figures 1, 3 and 4.	1-8
A	JP 2018-175343 A (FUJIFILM CORPORATION) 15 November 2018 (2018-11-15) See entire document.	1-8
A	KR 10-2182357 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION et al.) 24 November 2020 (2020-11-24) See entire document.	1-8
A	고성우 등. 췌장암의 조기 발견에 있어서 내시경 초음파의 역할. 대한췌담도학회지. 2019, vol. 24, no. 3, pp. 102-110 (KO, Sung Woo et al. The Role of Endoscopic Ultrasound in Early Detection of Pancreatic Cancer. The Korean Journal of Pancreas and Biliary Tract.) See entire document.	1-8

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 September 2022	**07 September 2022**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/007654

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2144672 B1 (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) 14 August 2020 (2020-08-14) See entire document.	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2022/007654

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2018-175343 A	15 November 2018	JP 6955303 B2	27 October 2021
		US 10846853 B2	24 November 2020
		US 2018-0300878 A1	18 October 2018
KR 10-2182357 B1	24 November 2020	KR 10-2020-0046775 A	07 May 2020
KR 10-2144672 B1	14 August 2020	US 2021-0224991 A1	22 July 2021

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/007654

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 8/08(2006.01)i; **A61B 8/00**(2006.01)i; **G16H 30/40**(2018.01)i; **G16H 50/20**(2018.01)i; **G06T 7/11**(2017.01)i; **G06T 7/00**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61B 8/08(2006.01); A61B 5/055(2006.01); A61B 6/03(2006.01); G16H 30/40(2018.01); G16H 40/67(2018.01); G16H 50/50(2018.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 혈관 침범 분류(vascular invasion classification), 초음파 내시경 영상(endoscopic ultrasonography image), 세그멘테이션 모델(segmentation model), 분류 모델(classification model), 췌장암 영역(pancreatic cancer region), 혈관 영역(vascular region), 확률값(probability), 중요도(importance), 적층(overlay)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	FUJII, Y. 등, Diagnostic ability of convex-arrayed endoscopic ultrasonography for major vascular invasion in pancreatic cancer, Clinical Endoscopy, 2019년, 52권, 페이지 479-485 INTRODUCTION; MATERIALS AND METHODS; RESULTS; Figures 1, 3, 4	1-8
A	JP 2018-175343 A (FUJIFILM CORPORATION) 2018.11.15 전체 문서	1-8
A	KR 10-2182357 B1 (고려대학교 산학협력단 등) 2020.11.24 전체 문서	1-8
A	고성우 등, 췌장암의 조기 발견에 있어서 내시경 초음파의 역할, 대한췌담도학회지, 2019년, 24권, 3호, 페이지 102-110 전체 문서	1-8
A	KR 10-2144672 B1 (성균관대학교산학협력단) 2020.08.14 전체 문서	1-8

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2022년09월07일(07.09.2022)	**2022년09월07일(07.09.2022)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관
대한민국 특허청 **(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)**	**박혜련**
팩스 번호 **+82-42-481-8578**	전화번호 **+82-42-481-3463**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2022/007654

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2018-175343 A	2018/11/15	JP 6955303 B2	2021/10/27
		US 10846853 B2	2020/11/24
		US 2018-0300878 A1	2018/10/18
KR 10-2182357 B1	2020/11/24	KR 10-2020-0046775 A	2020/05/07
KR 10-2144672 B1	2020/08/14	US 2021-0224991 A1	2021/07/22